

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—160907

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 7/11  
21/00

識別記号

庁内整理番号  
7448—2H  
7370—2H

⑬ 公開 昭和58年(1983)9月24日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 顕微鏡用焦点検出装置

南足柄市塚原2284

⑮ 特 願 昭57—44084

⑯ 発 明 者 吉川邦行

藤沢市鶴沼2375

⑰ 出 願 昭57(1982)3月19日

⑰ 出 願 人 日本光学工業株式会社

⑱ 発 明 者 大木裕史

東京都千代田区丸の内3丁目2  
番3号

東京都文京区湯島3—31—6—  
305

⑲ 代 理 人 弁理士 岡部正夫 外5名

⑲ 発 明 者 石川愛一

明 細 書

1. 発明の名称

顕微鏡用焦点検出装置

2. 特許請求の範囲

対物レンズと、該対物レンズの像側より焦点検出用光線束を試料面へ供給するための照明手段と、該試料面で反射され再び対物レンズ像側に戻ってくる該光線束の位置を検出する光検出器とを有する顕微鏡用焦点検出装置に於いて、該対物レンズの像側に該対物レンズとの合成でアフォーカル系をなす補助レンズを設け、前記照明手段は焦点検出用光線束として該アフォーカル系へ平行光線束を供給することにより前記光検出器上に於ける光強度を一定としたことを特徴とする顕微鏡用焦点検出装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は焦点検出装置、特に顕微鏡用の自動焦点調節装置に関する。

従来のこの種の装置としては、例えば米国特許第3721827号明細書の様に像面と共役な位置にスリットを置き、ここを通過した光を焦点検出用光線として用いるものが知られている。しかしこの方式では、試料面で反射して戻ってきた焦点検出用光線の光検出器上に於ける強度が合焦時と非合焦時で著しく異なる上、スリットを通過させる為に光線の全エネルギーの一部しか使えないという欠点があつた。このため光検出器として非常に感度の高いものを用いる必要があり、又、反射率の低い試料面では焦点検出装置が作動しなくなるという障害が生じた。又、感度の高い光検出器を用いても、焦点ずれがおこると光の強度が急激に大きく変化するため、ダイナミツクレンジの關係から、作動範囲を広くとれないという問題もあつた。又、特開昭54—40649号公報に開示された装置では具体的な焦点検出用光線のとり方が明示されていないが、光線に集光レンズを組み合わせる

だけでは当然上述したような問題が生ずる。

本発明はこれらの欠点を解決し、光源の光軸を十分に利用でき、且つ合焦時、非合焦時を通じて光検出器上での無点検出用光線束の光強度が変わらない様な顕微鏡用無点検出装置を得ることを目的とする。

第1図は、本発明に於ける光学系の基本的な概念図であり(1)は試料面(「Iロウエハ等」)、(2)は第1レンズ、(3)は第2レンズ、(4)は像面である。第1レンズ(2)は一般に顕微鏡の対物レンズに相当するものである。第2レンズ(3)の前側焦点を第1レンズ(2)の後側焦点の位置(対物レンズ内に後側焦点がある場合は、後側焦点の、それより像側にあるレンズによる像の位置)に合わせることにより、試料面上の点(5)より光軸に平行に出射した光線(点線で図示)は、第1レンズ(2)を経て第2レンズ(3)を通過したのち、再び光軸に平行な光線となつて像面上の共役点(5')に達する。第1図より明かなように、第1レンズ(2)及び第2レ

ンズ(3)より成る光学系はアフォーカル系をなしており、第1レンズ(2)に入射する平行光線束は第2レンズ(3)を出射するとき再び平行光線束となる。いま、第1レンズ(2)に入射する光線6Aがシフトして6A'の位置になつたとすると、第3レンズ(3)を通過する対応する出射光線は第1図に示したごとく6Bから6B'の位置にシフトする。このときのシフト量の比(第1図に於ける距離8と距離8'との比)は第1レンズ(2)及び第2レンズ(3)よりなる光学系の結像倍率Mに等しい。

第2図は、第1図に於ける第1レンズ(2)及び試料面(1)の拡大図である。第2図に於いて光線8が光軸と角度 $\theta$ をなして第1レンズ(2)から出射するとき、試料面が理想的な合焦位置(9)にあれば反射光は8'となるが、試料面が合焦位置(9)より $d$ だけずれた位置(9')にあるときは反射光は8''となる。このときの反射光のシフト量8は第2図より

$$8 = 2d \tan \theta \dots \dots \dots (1)$$

となる。像面上でのシフト量8'は入射位置のシフト量のM倍(Mは結像倍率)であるから

$$8' = 2dM \tan \theta \dots \dots \dots (2)$$

となる。

典型的な場合として $d = 1 \mu m$ 、 $M = 40$ 、 $\theta = 2^\circ$ の場合を考えると(2)式より $8' = 35.6 \mu m$ となる。即ち $1 \mu m$ の無点ずれが像面上で $35.6 \mu m$ の反射光シフトとなつて検出できるから、像面(又はその共役点)上にイメージセンサを配置しておけば反射光の変位により無点ずれが検出できる。第2図に於ける光線8は無点検出用光線に相当し、第1レンズ及び第2レンズより成る光学系の像面よりある程度の幅をもつた平行光線束として、光軸に対しメリジナル面内で適当な角度をなして入射させるか、該光学系がアフォーカル系であるため無点ずれ量にかかわらず、反射光の光束の太さは一定であり、従つてイメージセンサ上での反射光の強度は一定である。このイメージセンサの出力から無点ずれ $d$ を(2)式

により検出し、これをモータ等の駆動手段でフィードバックすることにより自動無点調節装置が構成される。

第3図は、上述の構成に基づく本発明を顕微鏡の自動無点調節装置に用いた実施例の概略構成図である。(10)は試料面、(11)は第1図に於ける第1レンズ(2)に対応する顕微鏡の対物レンズ、(12)はハーフミラー(又はダイクロイックミラー)、(13)は可視透過赤外光カットフィルタ、(14)は観察用像面、(15)は第1図に於ける第2レンズ(3)に対応する補助レンズ、(16)は無点検出用赤外光線、(17)はコリメートレンズ、(18)はハーフミラー、(19)は可視光カット赤外透過フィルタ、(20)は紙面に直交する方向に曲率をもつたシリンドリカルレンズ(第4図)、(21)はイメージセンサ、(22)は観察用照明光線、(23)は可視透過赤外光カットフィルタ、(24)はハーフミラー、(25)は変位検出回路、(26)はモータ駆動回路。

(27)はステージ駆動用モータである。いま、十分に小さい光源(16)を出た光線はコリメートレンズ(17)によつて平行光線束となるが、この平行光線束が紙面内で対物レンズ光軸(11a)に対し若干の角度をなすように光源(16)とレンズ(17)が配置されている。この平行光線束はハーフミラー(18)を経て補助レンズ(15)を通過し、ハーフミラー(12)、(24)を経て対物レンズ(11)に入射し、試料面(10)で反射したのち再び同じ経路を遡つてハーフミラー(18)に達する。このとき光線束が平行光線束の状態に戻るは前述した通りである。次にハーフミラー(18)を通過した光線束は可視光カット赤外透過フィルタ(19)によつて観察用照明光線(22)による成分(これは雑音成分となる)を取り除かれ、さらにシリンドリカルレンズ(20)によつて紙面に直交する方向(ピントずれによるシフトが生じない方向)の光線束を絞られたあとイメージセンサ(21)に入射

体レーザの様な発光体のきわめて小さいものを用いれば、焦点距離が小さくFナンバーが小さな明るいコリメートレンズを使用することにより細くて強度の大きな焦点検出用光線を得ることができる。さらに、光検出器の直前に、焦点検出用光線のシフト方向と直交する方向すなわち第3図中紙面に垂直な方向に曲率をもつた第4図の斜視図のごときシリンドリカルレンズ(20)が挿入されているので精度に影響なく光検出器上での焦点検出用光線の光強度を増大させることが可能である。従つて、受光感度の低い光検出器でも安定して動作させることが可能となり、又、反射率の低い試料面に対しても高精度で合焦を行なうことができる。

尚、光検出器としてイメージセンサを用いることのメリットを次に述べる。まず、検出精度が高いこと、これはイメージセンサのピッチにもよるか、現在では回路技術等を含め10 $\mu$ mの量位は容易に検出できる。又、デジ

する。ここで、観察用照明が雑音として焦点検出光線にまじつて残らぬよう、観察用照明光線(22)とハーフミラー(24)との間に可視透過赤外カットフィルタ(23)が配置され、又、観察用像面(14)に赤外光線が到達せぬ様、ハーフミラー(12)と観察用像面(14)との間に可視透過赤外カットフィルタ(13)が配置されている。イメージセンサ(21)からの出力信号は変位検出回路(25)により、合焦に必要なステージ(28)の駆動量に対応する信号に変換され、この出力信号に基づきモータ駆動回路(26)がステージ駆動用モータ(27)を駆動し、ステージ(28)が必要量移動して合焦が行われる。

このような構成によれば、焦点外れの状態においても光検出器上に於ける焦点検出用光線束の光強度が一定となるような焦点検出系を構成できるから、ダイナミツクレンジの狭い光検出器でも安定して動作させることができる。又、焦点検出用光線の光源として半導

タル的な処理となるため、温度や湿度等の変化による誤差も少ない。次に機械的取付位置の調整が容易である。これはイメージセンサ上での原点を任意に選ぶことができるため、焦点検出用光線がシフトする方向の取付精度がきわめて大まかでよいことに起因するものである。又、イメージセンサ上での原点を任意に移動できる様な回路構成にすれば、対物レンズを交換したときにセンサ上での合焦位置が変わつても簡単な操作(例えば手動リセット)によりすぐに合焦を始めることができる。又、イメージセンサ、特にリニアイメージセンサは他の受光素子に比べて受光部が長いので自動焦点調節範囲が広くできる。最後に、対物レンズとの合成でアフォーカル系を形成する為の補助レンズに関してであるが、正レンズに限らず対物レンズの離位量によつては負レンズを用いてもよい。又、対物レンズが物体側にほぼテレセントリックで、且つ射出瞳の位置も大よそ一致する様に設計され

ていれば、後側焦点（又はその像）の位置もはぼ一定となつてゐるはずであるから、上記テレセントリックの条件が守られている限り、対物レンズを交換しても補助レンズを交換する必要はない。

以上の様に、本発明によれば台無し及び非台無時を適して光検出器上での焦点検出用光線束の光強度が変わらないため、一般に受光感度が低く、受光面積も狭く、且つダイナミツクレンジも狭いイメージセンサを、焦点検出用光検出器として安定して動作させることが可能となり、より広い範囲にわたつて高精度の台無し検出が可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による装置の光学系の基本的な概念図。

第2図は第1図の第1レンズ、試料面部分の拡大図。

第 3 図は本発明による実施例の概略構成図。

※ 4 図はシリンドリカルレンズの斜視図で

ある。

〔主要部分の符号の説明〕

- |   |   |           |             |
|---|---|-----------|-------------|
| 1 | 6 | … … … … … | 焦点検出光線用赤外光源 |
| 1 | 0 | … … … … … | 試料面         |
| 1 | 1 | … … … … … | 対物レンズ       |
| 2 | 1 | … … … … … | イメージセンサ     |
| 1 | 5 | … … … … … | 補助レンズ       |

出 願 人 : 日本光学工業株式会社

代 理 人 : 岡 部 正 夫

安 井 幸 一

栗 林 真

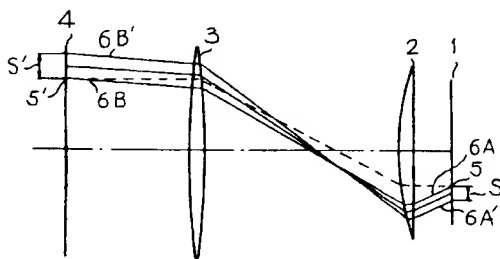
井 上 義 雄

山 田 池 一

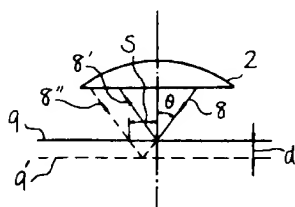
加 康 伸 先



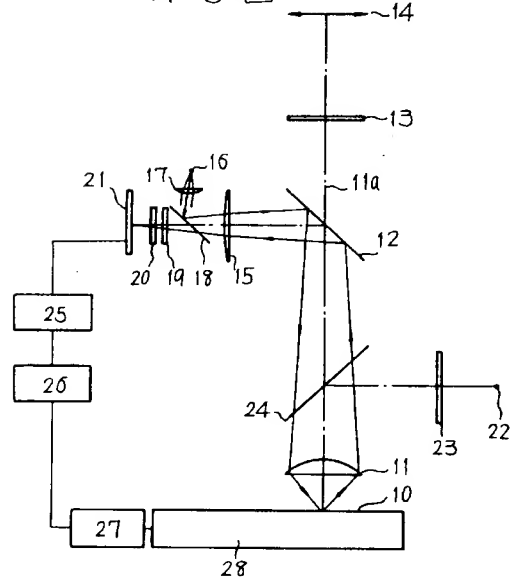
才 1 図



才 2 図



才 3 図



为4图

